

논문 2008-5-15

## 유비쿼터스 홈네트워크를 위한 사용자 행위 분석 프레임워크

### UBAF(User Behavior Analysis Framework) for u-Home Network

정지홍\*, 김우열\*\*, 김영철\*\*

Ji Hong Jung, Woo Yeol Kim, R. Young Chul Kim

**요 약** 주거환경에서의 사용자 요구사항은 매우 다양하고 복잡한 연계관계를 갖고 있다. 근 미래의 u-Home시스템은 기존 사용자들의 요구 수용뿐만 아니라 U-home관련 신기술의 요구사항도 접목해야 한다. 본 연구에서는 이러한 사용자의 요구사항을 보다 효율적으로 시스템에 반영하기위해 사용자의 행위 데이터를 기반으로 요구유형을 분류하고 시스템 개발에 활용할 수 있도록 사용자 행위분석모형UBAF(User Behavior Analysis Framework)을 제안 하고자한다. UBAF는 SE에서의 시스템 모델링 방법과 HCI 관점의 사용자 모델링 방법을 접목한 개발 프레임워크이다. 이를 통해 u-Home에서 정형화된 방법으로 사용자들의 핵심행위를 시스템 개발에 적용할 수 있었다. 적용사례로 u-Home의 실내 온도 조절 시나리오를 분석하여 시스템 모델링과 사용자 행위를 지식화 하였다.

**Abstract** User needs in residential environment have very complicated and variety connection with others. u-home system for the near future is need to be combined acceptance of exist user needs as well as needs on new technology relating with u-Home. The study proposes a User Behavior Analysis Framework - UBAF for applying the user needs to the system more efficiently and developing the system by classifying patterns for the needs based on date of user behavior analysis. UBAF is a developing framework getting the basic idea of combining system modeling methods on SE and user modeling methods considering on HCI. It will be applicable to develop the system with core user behaviors by applying a standard way on u-Home. For example, the study transforms information into knowledge the system modeling and user modeling with analyzing a scenario for indoor temperature controlling on u-Home.

**Key Words :** 사용자 행위 분석(User Behavior Analysis), 유비쿼터스 홈네트워크(u-Home Network), 모델링 (Modeling), 사용자 컴퓨터 인터랙션(Human Computer Interaction), 소프트웨어공학(Software Engineering)

## 1. 서 론

유비쿼터스(Ubiquitous)[1]란 언제 어디에서나 사용자가 시간과 장소에 구애 받지 않고 네트워크에 접속하는 정보통신 환경을 말한다. 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 사용 환경이 복잡하고 끊임없이 변화하며 예측이 불가능하게 될 것이다. 또한, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 시스템이 환경에 내재하여 인터페이스가 눈에 보

이지 않게 되고, 사용자의 직접적인 명령에 시스템이 일대일 대응하는 직접적인 인터랙션(explicit interaction)이 아니라 사용자가 명령하지 않은 사항도 시스템이 지능적으로 인지하여 미리 서비스하는 암묵적 인터랙션(implicit interaction)이 형성될 것이다[2]. 그래서 앞으로의 u-Home 환경에서는 사용자 행위 분석[3]을 새로운 가전기기의 기능 개선 및 추가에 적용하고, 사용자 행위 패턴에 대한 예측을 통해 유비쿼터스 홈 네트워크 시스템을 구축해야 할 것이다.

본 논문에서는 사용자 행위 분석과 UML[4,5,12] 모델링을 이용해 사용자 행위를 분석하여 객체를 추출하고 사용자 중심의 시스템을 모델링 할 수 있도록 프레임워

\*정회원, 국민대학교 인터랙션연구실

\*\*정회원, 홍익대학교 컴퓨터정보통신과  
접수일자 2008.9.11, 수정완료 2008.10.2

크를 제시한다. UBAF(User Behavior Analysis Framework)[14,15]는 기존의 UML 노테이션을 확장하여 사용자의 동시 수행과 같은 병렬성 까지도 표현이 가능하게 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구로서 HCI와 SE의 접목과 UML의 확장에 대하여 설명한다. 3장에서는 UBAF에 대해 언급한다. 4장에서는 적용사례로서 실내온도 조절 시나리오를 UBAF를 사용하여 모델링과 핵심행위 추출을 보여준다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구를 언급한다.

## II. 관련 연구

사용자 행위 분석 시 사용자가 원하는 목적(Goal) 지향의 분석[6]은 시스템 전반에 걸쳐 시스템이 추구하는 목적에 초점을 두고 분석되기 때문에, 사용자 행위 목적(Goal)을 이루기 위해 제한된 행위의 군들로 한정된다. 또한 목적 지향 프로세스 분석(Goal-Based Process Analysis)방법[7]은 체계적으로 프로세스의 분석과 재설계를 하면서, 사용자를 위해 빠진 목표 (missing objectives)의 식별, 프로세스내의 비 함수적 부분식별, 그리고 그 목표를 이루기 위한 대체 프로세스를 조사한다. Cockburn[8]은 액터의 목적(Goal)을 이루려는 시나리오내의 모든 액션(action)들의 관계를 유스케이스로 구성하는 것을 제안하였다.

기존의 OOA(Object Oriented Analysis)는 단지 시스템의 정적인 분석으로 객체를 식별하고, OBA[9]와 시나리오 기반의 분석(scenario based analysis)[11]은 시스템의 행위를 분석하여 객체를 식별한다. UML은 행위에 대한 접근, 자료의 추상화, 모듈화, 정보은폐 등의 객체 모델링에 좀 더 나은 자료들을 제공하므로 실제적으로 객체를 식별하고 모델링 하는데 도움이 된다[10].

## III. UBAF

### (User Behavior Analysis Framework)

본 장에서는 사용자 행위 중심의 개발을 위해 3계층으로 구성된 UBAF(User Behavior Analysis Framework)에 대해 설명한다.

현재 시스템을 분석하기 위한 여러 방안들이 존재하지만, 사용자의 행위를 중심으로 분석하는 방법은 제시되어 있지 않다. 하지만 유비쿼터스 환경 상의 시스템들 (e.g. u-Home Control System, Smart Home Appliances, etc.)은 시스템 중심/개발자 중심이 아닌 사용자 행위 중심으로 개발이 진행 되어야 한다.

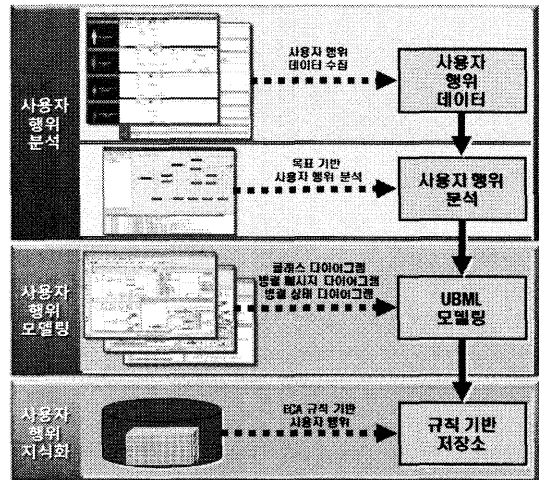


그림 1. 사용자 행위 분석 프레임워크  
Fig.1. User Behavior Analysis Framework

그림 1은 3계층으로 구성된 UBAF(User Behavior Analysis Framework)이다. 1계층에서는 가공되지 않은 사용자 행위 관측 데이터[2]를 수집하여 사용자 행위 분석을 한다. 이때 분석을 통한 사용자 행위 패턴들의 추출은 매우 중요하다. 잘 정의된 패턴들을 사용하지 않고 시스템을 구현했을 경우 잘못 정의된 패턴으로 인해 시스템의 성능에 영향을 미칠 수가 있기 때문이다. 그래서 UBAF의 1계층에서는 목적 지향의 사용자 행위 분석을 통해 이러한 문제를 해결하고자 한다[6]. 그리고 수작업이 아닌 사용자 행위 분석 도구(User Behavior Analyst)를 통해 자동으로 행위 패턴들을 추출한다. 2계층에서는 UML을 사용해 1계층에서 분석된 데이터를 모델링 한다. 마지막으로 3계층에서는 추출된 모든 데이터들에 규칙을 적용하여 사용자 행위 지식화를 하게 된다.

### 1. 사용자 행위 분석

#### 가. 사용자 행위 데이터 수집

기초 데이터 수집은 사용자의 관찰 또는 설문 등의 방법을 통해서 한다. 그림 2는 국민대학교 테크노 디자인

대학원 인터랙션디자인 연구실의 과제인 사용자 행위 분석을 통한 홈 네트워크 사용자 인터페이스 연구에 관한 사용자 행위 분석 데이터 중 사용자 행위의 관측 데이터이다[2]. 그림 2의 데이터는 사용자의 모든 정보를 표현해 놓은 것이다. 그러나 이 데이터를 통해 사용자의 행위와 행위 패턴을 분석하기는 어렵다. 이 단계에서는 최대한 사용자의 데이터를 원형 그대로 수집하게 된다.



그림 2. 사용자 행위의 기초 관측 데이터[2]  
Fig. 2. Observation data based on user behavior

#### 나. 사용자 행위 데이터 분석

모든 사용자의 행위를 모델링 하기는 매우 어렵다. 사용자의 행위는 예측하기 어렵고 경우의 수가 많기 때문이다. 그러나 목적 중심으로 데이터를 분류하면 일정한 그룹과 패턴이 생겨 모델링 할 수 있다. 예제에서도 그러한 특징이 반영되었다. 처음에는 사용자가 어떤 행위를 하고 있던 중에 외부 이벤트가 들어오면 그것에 대한 처리를 한 후 다시 하던 행위를 계속 하게 된다. 각각 일어날 수 있는 일에 대한 확률도 생길 수 있다.

#### 2. 사용자 행위 모델링

수집된 사용자 행위 분석 자료를 기반으로 UBML 모델링을 하기 위해 사용자 행위 모델링 프로세스를 설정하였다.

첫 번째 단계인 “도메인 정의”는 도메인 차트를 이용하여 영역을 분리한다.

두 번째 단계인 “요구사항 수집”은 유스케이스 다이어그램을 이용하여 표현한다. 이 단계에서는 사용자들의 요구사항에 대한 분석과 홈 네트워크상의 특성이 무엇인지를 분석한다.

세 번째 단계인 “클래스 명세”는 클래스 다이어그램을 이용하여 표현한다. 요구사항 수집 단계로부터 분석된 자료를 가지고 객체와 클래스를 추출하여 시스템의 구조를 설계한다.

네 번째 단계인 “상호작용 정의”는 병렬 메시지 다이어그램을 이용하여 표현한다. 클래스 명세 단계에서 설계한 클래스 다이어그램을 참고하여 객체들 간의 상호작용을 모델링 하고 역할을 정의한다.

마지막 단계인 “행위 명세”는 병렬 상태 다이어그램을 이용하여 표현한다. 클래스 명세 단계에서 정의한 클래스 객체들의 동적인 움직임을 모델링 한다.

### 3. 사용자 행위 지식화

수집되거나 추측된 사용자 행위의 기초 데이터를 제안된 UBA 방법과 구현된 사용자 행위 분석도구를 이용하여 데이터 분석을 한다. 사용자 행위 분석 도구에서 추출된 수많은 데이터들 중 빈도수가 높거나 중요도가 높은 데이터를 ECA(Event/Condition/Action) 룰을 기반으로 하여 룰 기반화(Rule Base)를 하여 저장소에 저장한다. 사용자 인터페이스에 의해 사용자 행위나 요구가 인식되면 제어시스템에서는 이에 알맞은 서비스를 룰 저장소에서 찾아 사용자들에게 제공을 하게 된다.

## IV. 적용사례

#### 1. u-Home 도메인

U-Home은 사용자 행위 분석 데이터[2,13]를 기반으로 크게 네 가지의 서브 도메인으로 분할된다. 각각은 커뮤니케이션, 에너지 절약, 안전방재, 웰빙 이다. 본 논문에서 다루게 될 적용사례는 에너지 절약 영역이다.

#### 2. 사용자 행위 분석

사용자 행위 데이터를 이용하여 그림 5와 같이 모델링 할 수 있다. 그림 3은 에너지 절약 중 실내온도 조절하기에 대해 모델링 한 것이다.

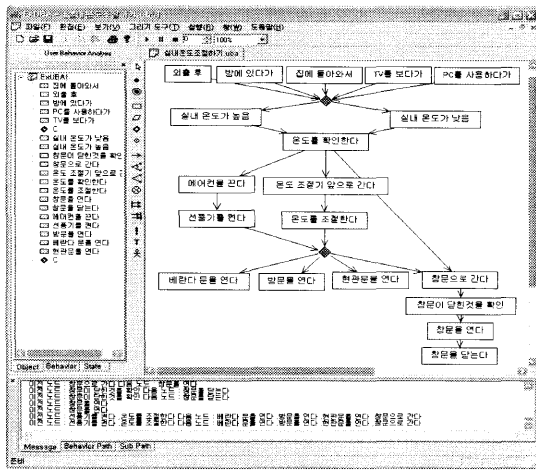


그림 3. 사용자 행위 모델링  
Fig. 3. Modeling User Behavior

사용자의 행위를 분석해보면 시작은 어떤 상황에서부터 시작한다. 사용자의 상황은 크게 5가지로 외출 후, 방에 있다가, 집에 돌아와서, TV를 보다가, PC를 사용하다가로 분류된다. 사용자들은 실내온도 조절을 하기 위해서 먼저 방의 온도 상태를 확인하고 적당한 온도를 유지하기 위해 다양한 행동을 한다. 에어컨을 끄거나, 보일러의 온도를 조절하거나, 문을 열거나 닫는 등의 행위를 수행하여 적당한 온도를 유지시키는 것을 확인할 수 있다.

사용자 행위 모델링을 마친 다음 도구의 실행 버튼을 누르면 모든 경로에 대한 행위들을 분석하게 된다. 이때 각 행위 시나리오에 대한 확률 값을 계산된다. 그림 4는 분석을 끝내고 결과 값을 보여주는 화면이다. 결과 데이터는 “No”, “PATH”, “LENGTH”, “CRITICALITY”로 나누어져 출력된다. “No”는 데이터가 생성된 번호이다. “PATH”는 일어날 수 있는 한 가지 시나리오이고 “START”를 시작으로 “END”로 끝난다. “LENGTH”는 “PATH” 시나리오가 가지는 행위들의 개수이다. “CRITICALITY”는 시나리오에 대한 가중치 값이다. 분석된 결과를 살펴보면 총 90개의 시나리오를 가지고 가중치가 가장 높은 것은 “외출 후 -> 실내 온도가 높음 -> 온도를 확인한다 -> 온도 조절기 앞으로 간다 -> 온도를 조절한다 -> 창문으로 간다 -> 창문이 닫힌 것을 확인 -> 창문을 연다 -> 창문을 닫는다”의 시나리오이며 4.9%의 값을 가졌다. 가장 긴 시나리오는 9개로 20개의 시나리오가 해당 했다.

그림 4. 사용자 행위 분석 결과 A  
Fig. 4. Results A of User Behavior Analysis

결과 화면은 두 가지로 나뉘는데 첫 번째는 행위들에 대한 시나리오를 나열하는 것이고 두 번째는 전체 중에 핵심 패턴들을 찾아 보고하는 것이다. 그림 5는 핵심 패턴들을 분석한 화면이다. 결과 화면을 보면 “No”, “PATH”, “LENGTH”, “COUNT”, “CRITICALITY”로 나누어진다. “No”는 행위 패턴의 번호이다. “PATH”는 행위 패턴 군을 나타낸다. “LENGTH”는 행위 패턴의 길이이다. “COUNT”는 행위 패턴이 반복된 횟수이다. “CRITICALITY”는 행위 패턴의 가중치 값이다. 행위 패턴 분석 결과 패턴의 개수는 421이고 가장 긴 패턴은 9개 가장 많이 반복된 횟수는 45번 가장 높은 확률 값은 100%이다. 이런 결과를 통해 가장 많이 쓰고 가중치 값이 높은 패턴을 찾아내어 시스템 개발에 활용하게 된다.

그림 5. 사용자 행위 분석 결과 B  
Fig. 5. Results B of User Behavior Analysis

### 3. 사용자 행위 모델링

사용자 행위 모델링 단계는 총 5가지의 과정을 거치게 된다. “도메인 정의”, “요구사항 수집”, “클래스 명세”,

“상호작용 정의”, “행위 명세” 단계로 구분된다. 본 절에서는 사용자 행위 모델링 단계를 단계별로 설명한다.

**가. 도메인 정의**

사용자 행위 데이터를 통해서 u-Home에서 사용자가 할 수 있는 영역을 커뮤니케이션, 안전방재, 에너지 절약, 웰빙으로 분할하였다. 본 논문에서 다루게 될 영역은 에너지 절약 중 온도조절에 관한 것이다.

**나. 요구사항 수집**

사용자 행위 분석 결과 사용자는 온도조절을 위해 크게 두 가지 행위를 한다. 첫 번째는 냉난방기 조절이고 두 번째는 문 조절하기이다. 냉난방기 조절은 에어컨, 보일러, 선풍기를 온도를 높이거나 온도를 낮추거나 혹은 끄거나 켜는 것이다. 문 조절하기는 방문, 현관문, 베란다 문, 창문을 열고 닫는 것이다. 그림 6은 온도조절하기를 유스케이스 다이어그램으로 표현 한 것이다. 이러한 결과를 통해 사용자가 시스템에게 원하는 것을 확인 할 수 있다. 사용자는 체감온도에 따라 여러 가지 기구를 사용해서 적당한 온도를 조절해 주길 바란다.

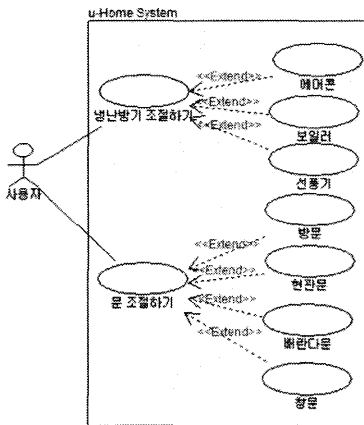


그림 6. 온도조절하기의 유스케이스 다이어그램  
Fig. 6. Use case Diagram of temperature control

**다. 클래스 명세**

그림 7에서는 온도 조절 시나리오를 기반으로 u-Home 제어 시스템을 정적 모델링 하였다.

첫 번째로 살펴볼 것은 홈 네트워크 환경을 관리하는 Control 클래스이다. Control은 TempController와 Door 클래스와 연관관계를 가지고 있다. 즉, Control 클래스가

모든 기기를 제어한다는 것을 의미한다. Door를 인터페이스를 만들어서 어떠한 문도 제어할 수 있도록 하였다. TempController는 Control클래스에 온도조절을 위임 받아 현재 온도를 체크하여 자동으로 보일러, 에어컨, 선풍기를 제어한다. 그리고 현재 온도를 알 수 있도록 하여 Control클래스가 문을 제어할 수 있도록 한다.

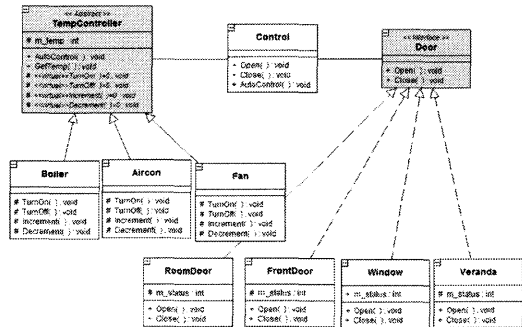


그림 7. 온도조절하기의 클래스 다이어그램  
Fig. 7. Class Diagram of temperature control

**라. 상호작용 명세**

그림 8은 병렬 메시지 다이어그램을 사용한 온도조절 시나리오의 동적 모델링이다. 사용자의 상태(더운지, 추운지)를 컨트롤러가 인식하여 자동으로 온도를 조절해준다. ①은 사용자의 상태를 감지하고 온도조절을 위해서 보일러, 에어컨, 선풍기에게 동시에 메시지를 보내는 것을 나타낸다. ②는 각 냉/온 기구들의 온도센서로부터 온도를 선택적으로 컨트롤러가 받아들여 다음 행동에 대한 선택을 하게 된다. ③는 현재의 온도가 더울 때를 가정하여 방문, 현관문, 창문, 베란다 문을 선택적으로 열도록 메시지를 보내는 것이다.

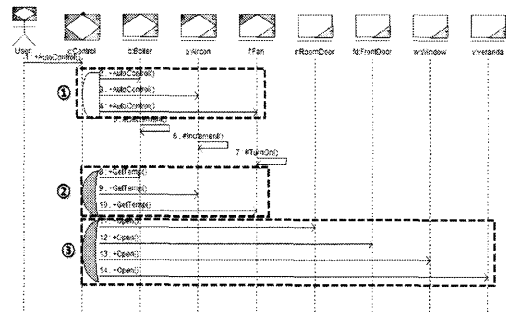


그림 8. 온도조절하기의 병렬 메시지 다이어그램  
Fig. 8. Concurrent Message Diagram of temperature control

마. 행위 명세

그림 9는 병렬 상태 다이어그램을 사용해 화재가 발생 하였을 때 Control이 수행하는 상태를 보여준다. 사각형 끝이 접힌 것은 각각의 상태를 OCL을 사용하여 표현하였다. 컨트롤러는 온도의 상승을 알아내기 위해서 AutoControl을 수행시키고 임의의 경계 값 보다 온도가 높아지면 DoorOpen상태로 전이 되어 문을 열고 온도가 낮아지면 DoorClose상태로 전이하여 문을 닫는다. 냉난방기의 제어를 위해서는 AutoControl 메시지를 계속 수행하여 자동 온도조절을 할 수 있도록 한다.

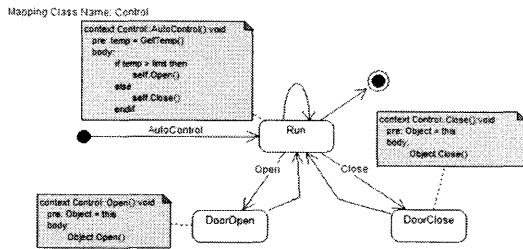


그림 9. 온도조절하기의 병렬 상태 다이어그램  
Fig. 9. Concurrent State Diagram of temperature control

4. 사용자 행위 지식화

표 1은 다가을 유비쿼터스 환경의 제어 시스템을 위해 ECA 룰 기반으로 사용자 행위를 지식화 한 것이다. 사용자의 행위나 행위 패턴을 제어시스템 이나 센서에서 인식을 하고, 주변 상황이나 사용자에 대한 condition을 체크하게 된다. 그리고 그에 알맞거나 사용자에 의해 요구되는 서비스를 시스템에서 제공한다.

표 1. ECA 룰 기반의 사용자 행위 지식화  
Table 1. ECA rule based User Behavior Knowledge

이벤트 (중요행위)	컨디션	서비스
B1 (온도를 낮춘다)	외출후	온도를
	방에 있다가	확인한다->온도를
	집에 돌아와서	낮춘다->방문을연다->
	TV를 보다가	베란다 문을
	PC를 사용하다가	연다->현관문을
		연다->문을 닫는다
B2 (온도를 높인다)	외출후	온도를
	방에 있다가	확인한다->온도를
	집에 돌아와서	높인다->에어콘을
	TV를 보다가	끈다->방문을 닫는다
	PC를 사용하다가	

V. 결론

미래의 컴퓨팅 환경은 사용자의 요구사항에 맞는 최적화된 개발이 필요하다. 정제되지 않은 방대한 양의 사용자 행위 기초 데이터를 가지고는 정확한 행위 분석이 어렵고 그 기반의 모델링은 더욱 힘들다. 이를 위해 사용자에게 초점이 맞춰진 HCI 관점의 분석과 모델링 언어나 도구, 개발 방법론이 필요하다. 본 논문에서는 SE에서의 시스템 모델링 방법과 HCI 관점의 사용자 모델링 방법을 접목하여 UBAF(User Behavior Analysis Framework)를 제안 하였다. 적용사례로 u-Home상에서 실내 온도 조절 시나리오를 기반으로 UBAF에 적용하여 모델링과 사용자 행위를 지식화해 보았다.

향후 연구과제로 UBAF 이용한 모델 시뮬레이션 연구와 사용자 행위 지식화 및 서비스(service)에 대한 연구를 진행 중이다.

참고문헌

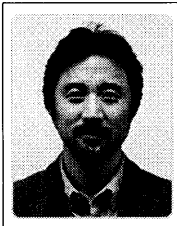
- [1] Weiser, M., "Hot Topics: Ubiquitous Computing", IEEE Computer, 1993
- [2] Jung, J., "A Research for Development of User Interface by Analysis User behavior", KIDP, 2005
- [3] Seo, Y., Kim, Y., Jung, J., Kim, R. Y. "Modeling of Home Network Interface through User Behavior Analysis", Proceedings of the 32th KISS Fall Conference, Korea, 490-492, 2005
- [4] Object Management Group, "OMG Unified Modeling Language Specification", 1999
- [5] Fowler M., "UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language", Addison Wesley New York, 2004
- [6] Annie I. Anton, "Goal-Based Requirements Analysis," 2004.
- [7] Jintae Lee, "Goal-Based Process Analysis : A Method for Systematic Process Redesign," 1993.
- [8] Alistair Cockburn, "Structuring UseCase with Goal," 1997.
- [9] Kenneth S. Rubin, Adele Goldberg, "Object

- Behavior Analysis*," 1992.
- [10] 김예진, 김영철, "A Study on Knowledge Discovery of Human Core Behaviors on Smart Environments," SMT, Vol. 3, No. 1, 186-189, 06.06.02.
- [11] Kim, D., Kim, W., Kim, R. Y. "Development of User Behavior Analysis Tool for Home Network Interface Model", Proceedings of the 32th KISS Fall Conference. Korea, 2005
- [12] Kim, W., Kim, R. Y., "Adapting Model Driven Architecture for Modeling Heterogeneous Embedded S/W Components", Proceedings of IEEE ICHIT Conference, 705-711, 2006
- [13] Ha, T., Jung, J., Oh, S. "Method to analyze user behavior in home environment", Personal and Ubiquitous Computing, 110-121, 2006
- [14] Woo Yeol Kim, Hyun Seung Son, R. Young Chul Kim, Byung Kook Jeon, "User Behavior Analysis Framework(UBAF) : Mapping HCI with SE", FGNC( IEEE computer society ), Vol. 2 ,568-571, 07.12.06
- [15] 손현승, 김우열, 정지홍, 김영철, "지능형 서비스 로봇을 위한 사용자 행위 분석에 관한 연구", 한국 소프트웨어공학회, Vol. 10, No. 1, 163-170, 08.02.20

※ 본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업(2008~2009)으로 수행된 연구결과임.

### 저자 소개

정 지 홍(정회원) e-mail : jihong95@kookmin.ac.kr

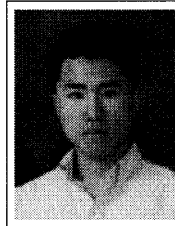


- 1985년 홍익대학교 전자계산학과 (학사)
- 1991년 Fairleigh Dickinson University 컴퓨터 그래픽스(석사)
- 2004년 ~ 현재 홍익대학교 일반대학원 소프트웨어공학전공 박사과정
- 2005년 ~ 현재 국민대학교 테크노

디자인 대학원 부교수

<주관심분야: 사용자 행위 분석 방법론, 인간 컴퓨터 상호 작용 (HCI)>

김 우 열(정회원) e-mail : john@selab.hongik.ac.kr



- 2004년 홍익대학교 컴퓨터정보통신 (학사)
- 2006년 홍익대학교 일반대학원 소프트웨어공학전공(석사)
- 2006년 ~ 현재 홍익대학교 일반대학원 소프트웨어공학전공 박사과정

<주관심분야: 상호운용성, 임베디드 소프트웨어 개발 방법론 및 도구 개발, 컴포넌트 시험 및 평가, 리팩토링>

김 영 철(정회원) e-mail : bob@selab.hongik.ac.kr



- 2000년 Illinois Institute of Technology(공학박사)
- 2000년 ~ 2001 LG 산전 중앙연구소 Embedded system 부장
- 2001년 ~ 현재 홍익대학교 컴퓨터 정보통신과 부교수

<주관심분야 : 테스트 성숙도 모델,

임베디드 S/W 개발 방법론 및 도구 개발, 모델 기반 테스트, CBD, BPM, 사용자 행위 분석 방법론>